

Mammals

ZEITSCHRIFT FÜR SÄUGETIERKUNDE

INTERNATIONAL JOURNAL OF MAMMALIAN BIOLOGY

Organ der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde

- Schäfer, M.W.: Lernleistungen freilebender Braunbrust-Igel (*Erinaceus europaeus* L.): Manipulation, Labyrinth, Diskrimination. – Learning in wild-living hedgehogs (*Erinaceus europaeus* L.): Manipulation, maze, discrimination 257
- Müller, E. F.; Jaksche, H.: Thermoregulation, oxygen consumption, heart rate and evaporative water loss in the thick-tailed bushbaby (*Galago crassicaudatus* Geoffroy, 1812). – Temperaturregulation, Sauerstoffverbrauch, Herzfrequenz und evaporative Wasserabgabe beim Riesengalago (*Galago crassicaudatus* Geoffroy, 1812) 269
- Reinartz, Ch.: Beiträge zur Biologie des Streifenhörnchens (*Eutamias sibiricus* Laxmann, 1769) auf einem Friedhof in Freiburg (Süddeutschland). – Contribution to the biology of Sibirian chipmunk (*Eutamias sibiricus* Laxmann, 1769) in a cemetery in Freiburg (Southern-Germany) 279
- Klima, M.; Oelschläger, H. A.; Wunsch, D.: Morphology of the pectoral girdle in the Amazon dolphin *Inia geoffrensis* with special reference to the shoulder joint and the movements of the flippers. – Morphologie des Schultergürtels beim Amazonas-Delphin *Inia geoffrensis* mit besonderer Berücksichtigung des Schultergelenks und der Bewegungen der Flipper 288
- Helle, E.: Age structure and sex ratio of the ringed seal *Phoca (Pusa) hispida* Schreber population in the Bothnian Bay, northern Baltic Sea. – Die Alters- und Geschlechtsstruktur des Ringelrobbenbestandes *Phoca (Pusa) hispida* Schreber im Bottnischen Meerbusen, nördliche Ostsee 310
- Buchbesprechungen 318

Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin



HERAUSGEBER / EDITORS

P. J. H. VAN BREE, Amsterdam – W. FIEDLER, Wien – H. FRICK, München – W. HERRE, Kiel – K. HERTER, Berlin – H.-G. KLÖS, Berlin – H.-J. KUHN, Göttingen – B. LANZA, Florenz – T. C. S. MORRISON-SCOTT, London – J. NIETHAMMER, Bonn – H. REICHSTEIN, Kiel – M. RÖHRS, Hannover – D. STARCK, Frankfurt a. M. – F. STRAUSS, Bern – E. THENIUS, Wien – W. VERHEYEN, Antwerpen

SCHRIFTFLEITUNG / EDITORIAL OFFICE

H. SCHLIEMANN, Hamburg – D. KRUSKA, Hannover

This journal is covered by Biosciences Information Service of Biological Abstracts, and by Current Contents (Series Agriculture, Biology, and Environmental Sciences) of Institute for Scientific Information

Die Zeitschrift für Säugetierkunde veröffentlicht Originalarbeiten und wissenschaftliche Kurzmitteilungen aus dem Gesamtgebiet der Säugetierkunde, Besprechungen der wichtigsten internationalen Literatur sowie die Bekanntmachungen der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde. Verantwortlicher Schriftleiter im Sinne des Hamburgischen Pressegesetzes ist Prof. Dr. Harald Schliemann.

Manuskripte: Manuskriptsendungen sind zu richten an die Schriftleitung, z. Hd. Priv.-Doz. Dr. Dieter Kruska, Institut für Zoologie, Tierärztliche Hochschule Hannover, Bünteweg 17, D-3000 Hannover 71. Für die Publikation vorgesehene Manuskripte sollen gemäß den „Redaktionellen Richtlinien“ abgefaßt werden. Diese Richtlinien sind in deutscher Sprache Bd. 43, H. 1 und in englischer Sprache Bd. 43, H. 2 beigelegt; in ihnen finden sich weitere Hinweise zur Annahme von Manuskripten, Bedingungen für die Veröffentlichung und die Drucklegung, ferner Richtlinien für die Abfassung eines Abstracts und eine Korrekturzeichentabelle. Die Richtlinien sind auf Anfrage bei der Schriftleitung und dem Verlag erhältlich.

Sonderdrucke: Anstelle einer Unkostenvergütung erhalten die Verfasser von Originalbeiträgen und Wissenschaftlichen Kurzmitteilungen 50 unberechnete Sonderdrucke. Mehrbedarf steht gegen Berechnung zur Verfügung, jedoch muß die Bestellung spätestens mit der Rücksendung der Korrekturfahnen erfolgen.

Vorbehalt aller Rechte: Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- und Fernsehsendung, der Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren sowie der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Beitragsteilen einzelne Vervielfältigungsstücke in dem nach § 54 Absatz 1 UrhG zulässigen Umfang für gewerbliche Zwecke hergestellt, ist dafür eine Vergütung gemäß den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen der Verwertungsgesellschaft Wort, vereinigt mit der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft GmbH, rechtsfähiger Verein kraft Verleihung, Goethestr. 49, D-8000 München 2, und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e. V., dem Bundesverband deutscher Banken e. V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bausparkassen e. V., an die Verwertungsgesellschaft zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Verwertungsgesellschaft, so ist für jedes vervielfältigte Blatt eine Marke im Werte von 0,40 DM zu verwenden. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen.

Copyright-masthead-statement (valid for users in the USA): The appearance of the code at the bottom of the first page of an article in this journal indicates the copyright owner's consent that copies of the article may be made for personal or internal use, or for the personal or internal use of specific clients. This consent is given on the condition, however, that the copier pay the stated percopy fee through the Copyright Clearance Center, Inc., 21 Congress Street, Salem, MA 01970, USA, for copying beyond that permitted by Sections 107 or 108 of the U. S. Copyright Law. This consent does not extend to other kinds of copying, such as copying for general distributions, for advertising or promotional purposes, for creating new collective, or for resale. For copying from back volumes of this journal see 'Permissions to Photo-Copy: Publisher's Fee List' of the CCC.

Fortsetzung 3. Umschlagseite

© 1980 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. – Printed in Germany by Tutte Druckerei GmbH, Salzweg-Passau

Z. Säugetierkunde 45 (1980) 5, 257–320
ASTM-Coden: ZSAEA 7 45 (5), 257–320

Lernleistungen freilebender Braunbrust-Igel (*Erinaceus europaeus* L.): Manipulation, Labyrinth, Diskrimination

Von M. W. SCHÄFER

Fachbereich Biologie (Zoologie) der Universität Frankfurt a. M.

Eingang des Ms. 1. 11. 1979

Abstract

*Learning in wild-living hedgehogs (*Erinaceus europaeus* L.): Manipulation, maze, discrimination*

Trained were European hedgehogs (*Erinaceus europaeus* L.) in three different learning – programmes, little portions of milk were used as positive stimulation. The hedgehogs were not kept in captivity; they could move freely and visited a certain apparatus only in relation to their own activities and motivation.

As a “manipulation – problem” a bottle with milk was used, which was closed by a cork (fig. 1A). Measuring the time intervals between first contact to the (empty) milk – bowl and the opening of the bottle over a sequence of tests demonstrated a rapid learning – progress (fig. 3, 4, 5).

As a “maze – problem” a simple T- maze was used (fig. 1B). Measuring of the running time from entrance to the position of the milk-bowl could be used for the demonstration of learning. Although the position of the milk could be found by olfactory cues the animal at first performed “wrong” choices after changing the side of the milk-bowl, and in addition turning the running surface too, but soon recognized the new position (fig. 6, 7).

As a “discrimination-problem” two chambers were used, which were closed by movable flaps with a black circle as the positive, and a square of equal area as the negative signal on their surfaces (fig. 1C). A learning-process as an increasing rate of correct choices could be found significant by only one individual (fig. 8). Nevertheless, a certain asymmetry between the periods the other animal remained stationary in front of the different patterns, could be stated (table 1).

Einleitung

Über das Verhalten der europäischen Igel liegen bereits in größerer Zahl Veröffentlichungen vor, die sich neben dem Verhalten im Freiland auch mit dem gefangener Tiere beschäftigen und u. a. Bewegungsweisen, Sinne und Lautäußerungen, Nahrungsaufnahme und Jugendentwicklung zum Gegenstand haben (DIMELOW 1963; HERTER 1967; eine ausführliche Literaturübersicht lieferten PODUSCHKA 1969; DRÖSCHER 1978; u. a.).

Über Dressurversuche und Lernleistungen liegen u. a. Arbeiten von HERTER (1933, 1934), SGONINA (1936) und LINDEMANN (1951) vor; diese Experimente belegen recht eindeutig mit anderen Säugern vergleichbare Lernfähigkeiten (etwa nach dem Versuch – Irrtum – Prinzip), die das Öffnen horizontaler Schiebetüren, Ortsdressuren, Erkennen relativer Helligkeitsunterschiede und optischer Muster sowie (wenn auch in sehr geringem Maße) Farbunterscheidungen umfassen. Untersuchungen der Lernfähigkeit des Igels (oder anderer Insectivoren) sind verständlicherweise wegen der phylogenetisch „primitiven“ Einordnung dieser Gruppe auch vergleichend von besonderem Interesse.

Den Anstoß zur vorliegenden Arbeit gaben sozusagen die Versuchstiere selbst, da diese als freilebende „Kommensalen“ eines größeren, zu einem Wochenendhaus gehörenden Gartens mit einiger Regelmäßigkeit eine auf der Terrasse aufgestellte Schale mit Milch frequentierten und überdies eine weitgehende Vertrautheit gegenüber menschlichen Annäher-

ungen bewiesen. So bot sich die interessante Möglichkeit, den Tieren ihre Milch als positive Verstärkung zu lernender Verhaltensweisen gegenüber konstruierten „Problem – Situationen“ anzubieten, wobei die ja nicht in Gefangenschaft gehaltenen Tiere freiwillig und nur nach Maßgabe ihrer eigenen Aktivitäten die Versuchsapparaturen aufsuchen konnten.

Untersucht wurden diverse Lernleistungen als Fähigkeit zur „Manipulation“ d. h. zur Beeinflussung (Veränderung) räumlicher Gegebenheiten einer Apparatur mittels körperlichen Einsatzes, Dressur und Umdressur im T- Labyrinth sowie optische Musterdiskrimination in einer Zweifach-Wahl.

Material und Methode

Als Versuchstiere dienten zwei Exemplare von *Erinaceus europaeus*, ein etwas kleineres und scheueres Tier (Tier 1 von etwa 20 cm Länge) und Tier 2, ein größeres und vertrauterer Weibchen von etwa 25 cm Länge. Letzteres wurde nach Abschluß der Versuche eingefangen, um das Geschlecht festzustellen; die Vertrautheit dieses Tieres zeigte sich u. a. daran, daß es sich während des Aufhebens vom Boden praktisch nicht einrollte und unmittelbar nach dem Freisetzen wieder am Futterplatz erschien. Tier 1 verhielt sich in der Regel submissiv gegenüber Nr. 2 und wich meist mit schnaufenden Lauten und eckigen Bewegungen vor dem größeren Tier zurück. Um gegenseitige und möglicherweise störende Beeinflussun-

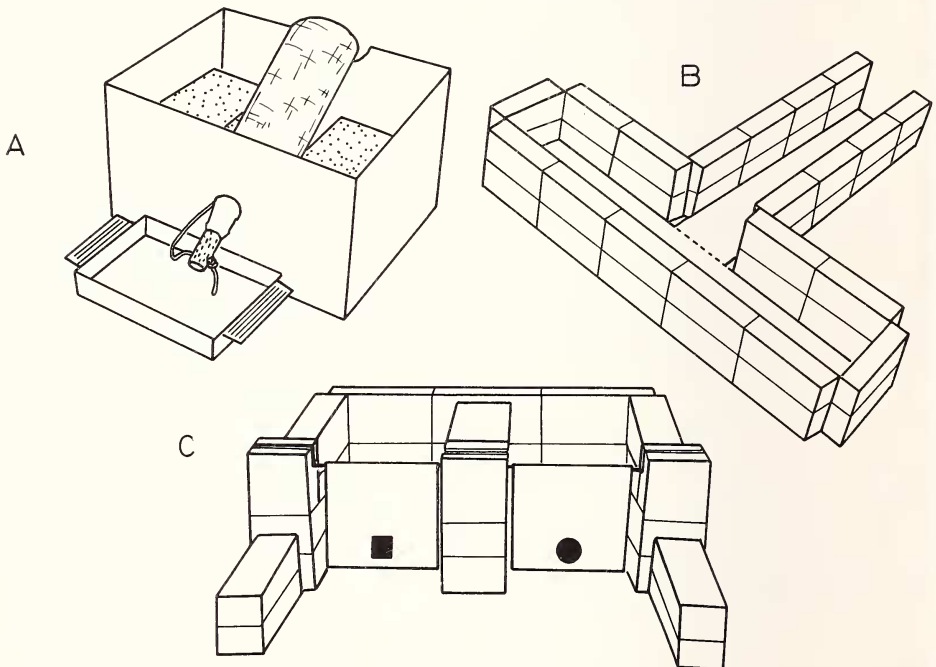


Abb. 1. Die zur Prüfung der Lernfähigkeit bei *Erinaceus europaeus* benutzten Apparaturen. A: „Manipulationsproblem“; eine 1 Liter Flasche mit Milch (ca. 50 ml) ist in einem mit Steinen beschwerten Karton (19 x 25 x 32 cm) verankert und mit einem durch eine Schnur gesicherten Korken verschlossen. Dieser befindet sich etwa 5 cm über dem Boden einer Kunststoffschale (3 x 13 x 19 cm). B: T- Labyrinth, konstruiert aus weißen Mauersteinen (Wandhöhe 22 cm), als Laufunterlage dienen mit Papier überzogene Bretter von 19 cm Breite im Start- und 23 cm Breite im T- Schenkel. C: Diskriminationsapparat mit zwei Wahlkammern, konstruiert aus weißen Mauersteinen (Wandhöhe 22 cm, mit 26 x 43 cm Grundfläche pro Kammer). Die Kammern sind durch weiße mustertragende Karton-Klappen (21 x 20 cm, 4,5 cm zwischen Boden und Musterunterrand) verschlossen. Die Aufhängung der Klappen erfolgt über Bambusstöckchen, die in Vertiefungen der vordersten, etwas größeren Steine eingelegt sind und eine schwingende Bewegung ermöglichen. Hinter dem Kreis befindet sich die Milchschale, hinter dem Quadrat ein mit Milch getränktes Tuch

gen der beiden Tiere auszuschließen, kamen nur Verhaltensweisen zur Auswertung, die ein Tier alleine an einer Apparatur zeigte.

Die Versuche wurden in einem mit Wochenendhäusern besiedelten Gebiet, das an offene Felder und Wald angrenzte, durchgeführt (Pffanwiesbach bei Wehrheim, Taunus). Die jeweilige Versuchsaapparatur wurde auf der mit Steinplatten bedeckten Terrasse eines solchen Wochenendhauses aufgestellt; diese Terrasse fiel mit einem grasbewachsenen Hang zur Rasenfläche des Gartens hin ab und war beiderseits mit Nadelbäumen umgrenzt. Die Tiere suchten die Futterstelle sowohl von der Rasenfläche her hangaufwärts wie auch unter dem seitlichen Bewuchs hervortretend auf. Die Beobachtungen wurden durch eine Glastür zur Terrasse vorgenommen, wobei eine hinter dem Beobachter brennende 60 Watt-Lampe die Apparatur hinreichend beleuchtete.

Als „Manipulationsproblem“ wurde den Tieren eine mit Milch gefüllte, über die Futterschale geneigte und mit einem Korken verschlossene Flasche geboten; die vom ersten Schalenkontakt bis zum Öffnen der Flasche verstrichene Zeit wurde als Lernkriterium registriert (Abb. 1A).

Für die Labyrinthdressur wurde ein aus weißen Mauersteinen konstruierter T- Gang verwendet (Abb. 1B).

Zur Prüfung der optischen Diskriminationsfähigkeit wurden zwei mit Karton - Klappen verschlossene, aus weißen Mauersteinen konstruierte Wahlkammern geboten; die eine Klappe trug ein schwarzes Quadrat (4×4 cm), die andere - als positiver Hinweisreiz auf den Futterort - einen flächengleichen schwarzen Kreis (Abb. 1C).

Pro Versuch, d. h. bei einem Test an einer Apparatur, wurde nur eine relativ geringe Milchmenge (max. 50 ml) geboten. Hatten die Tiere die Futterschale geleert, so verließen sie gewöhnlich freiwillig die Apparatur, verharteten jedoch meist in unmittelbarer Nähe unter tiefhängenden Zweigen, wo sie sich durch Schnaufen und Kratzgeräusche verrieten.

Zeitmessungen konnten sowohl bezüglich der Manipulationsfähigkeit wie auch im T- Gang zur Prüfung eines Lernfortschritts herangezogen werden, die korrekten Wahlen des Diskriminationsexperimentes lieferten direkt einen statistisch prüfbareren prozentualen Anteil an den gesamten Test-Durchgängen. Zur statistischen Bearbeitung der Daten wurden Korrelations- und Regressionsrechnungen sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeiten einer Anzahl gegenüber einer Grundwahrscheinlichkeit herangezogen (KOLLER 1969).

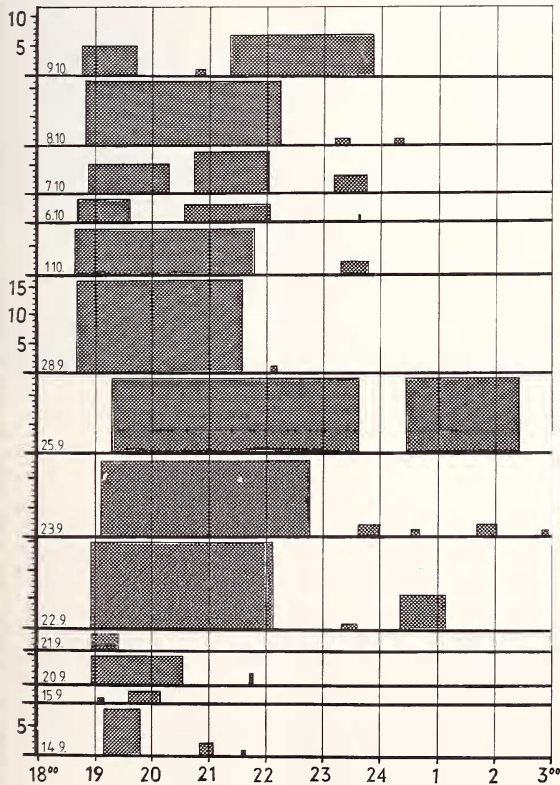


Abb. 2. Aktivitätsmuster der Frequenzierung verschiedener Apparaturen an einigen Versuchstagen. Die Abszisse gibt den Beobachtungszeitraum in h an, die Ordinatenwerte der einzelnen Tage die Zahl von Besuchen an den Apparaturen im Abstand von maximal 30 min. Die Beobachtungen wurden gewöhnlich eine halbe bis 1 h nach dem letzten Erscheinen pro Tag abgebrochen, also nicht immer bis 3 Uhr ausgedehnt. Zu beachten ist die relative Konstanz des ersten Erscheinens mit einer zeitlichen Vorverschiebung ab dem 28. September

Auf speziellere Probleme der Methodik muß ergänzend im Ergebnisteil eingegangen werden. Etwas abweichend von der Reihenfolge der Experimente werden zunächst die nur mit Tier 2 durchgeführten Versuche geschildert.

Ergebnisse

Versuchszeiten und Aktivitäten

Wie bereits einleitend erwähnt, suchten die Tiere freiwillig und nach Maßgabe ihrer eigenen Aktivität die Apparaturen auf; dabei fiel das erste Erscheinen recht genau mit der einsetzen- den Dämmerung (oder etwas früher) zusammen, die Hauptphase der Frequentierung entfiel dann auf einen Zeitraum vom ersten Erscheinen bis etwa 22 Uhr, konnte jedoch bis fast 24 Uhr erreichen. Die Beobachtungszeit wurde einige Male bis 3 Uhr ausgedehnt, lieferte dann aber in der Regel keine weiteren häufigen Besuche (Abb. 2).

Manipulationsexperiment

Als erste Test-Serie wurde die zu entkorkende Flasche an der Stelle geboten, wo die Tiere bislang die Futterschale vorgefunden hatten. Die Daten wurden in diesem Fall, wie bereits erwähnt, allein von Tier 2 geliefert, das zunächst die Apparatur umkreiste, sich dann auf ca. 2,5 m entfernte und schließlich zurückkehrte. Nun wurde die leere Futterschale intensiv beschnüffelt und damit der für die Messung verwendete erste Schalenkontakt hergestellt, schließlich erfolgte ein intensives Strecken und Wittern in Richtung Korken, wobei das Tier mit den Vorderfüßen auf dem Rand und schließlich in der Schale stand. Dann wurde der Korken mit dem Maul gepackt und herausgezogen. Insgesamt war Tier 2 damit 70 s in unun-

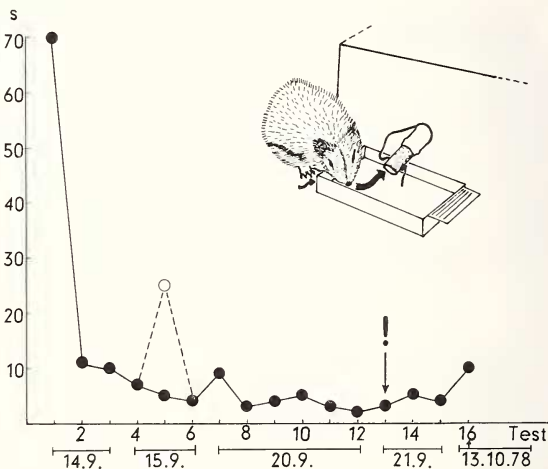


Abb. 3. Benötigte Zeit in s zwischen dem ersten Schalenkontakt und der erfolgten Öffnung der Flasche. Gewöhnlich konnte der Zeitraum zwischen dem Ergreifen des Korkens und der Öffnung wegen seiner Kürze nicht speziell erfaßt werden; im Falle von Test 5 steckte jedoch der Korken außerordentlich fest, das Ergreifen war bereits nach 5 s erfolgt, die Öffnung der Flasche durch heftiges Ziehen jedoch erst nach 20 s. Bei Test 13 wurde eine leere Flasche mit unbenutztem Korken geboten; zu beachten sind weiterhin die relativ konstanten Werte über unterschiedliche Testpausen (insbesondere von Test 15 zu 16). Die Skizze erläutert nach Maßgabe des adaptierten Verhaltens unterschiedliche Möglichkeiten der Zeitmessung zwischen erstem Schalenkontakt und dem Ergreifen des Korkens: Bei den früheren Testwerten wurde der erste Kontakt bereits durch Schnüffern an der Schale hergestellt und erst dann erfolgte die Orientierung zum Korken (dicker Pfeil), in der „Kann-Phase“ unterblieb dieses Schnüffern, der erste Schalenkontakt des zum Korken orientierten Tieres erfolgte nur durch die Berührung mit den Vorderextremitäten (kleiner Pfeil)

terbrochenem Schalenkontakt gewesen bis die Öffnung der Flasche erfolgt war, wobei zwischen dem Ergreifen des Korkens und der Öffnung gewöhnlich eine so kurze Zeitspanne lag, daß diese speziell nicht registriert wurde. Die als Zeitmaß definierte Spanne zwischen dem ersten Schalenkontakt und der Protokollnotiz „am Korken → auf“ lieferte dabei in besonders eindeutiger Weise die einem Lernfortschritt zuzuordnenden Werte, da mit zunehmendem Können ein Beriechen der Schale entfiel, das Tier demzufolge sofort Richtung Korken orientiert war und der erste Schalenkontakt nur durch die Vorderfüße kurz vor Ergreifen des Korkens erfolgte.

Obwohl bei der ersten Orientierung zum Korken eine olfaktorische Komponente als Hinweisreiz nicht auszuschließen war, konnte durch Verwendung eines neuen Korkens und einer leeren und sorgfältig gereinigten Flasche gezeigt werden, daß in der „Kannphase“ die eintrainierte Bewegung auch ohne weitere Reize beibehalten wurde.

Im Verhalten des Tieres gegenüber dem herausgelösten Korken trat – besonders in der Anfangsphase – eine starke Erregung zutage, die sich in einem längeren Verbeißen in den Korken äußerte und in einem Fall zum Verlassen der Apparatur und dem Verschleppen des Korkens unter Gebüsch führte. Für die weiteren Experimente wurde deshalb ein neuer Korken mit einer Schnur gesichert, die dann auch häufig zur Öffnung der Flasche benutzt wurde.

Die Zeitkurve demonstriert insbesondere den erstaunlich großen Übungsfortschritt, der schon von Test 1 zu Test 2 erreicht wurde (Abb. 3), die Abb. 4 und 5 dokumentieren ergänzend die erbrachte Manipulationsleistung.

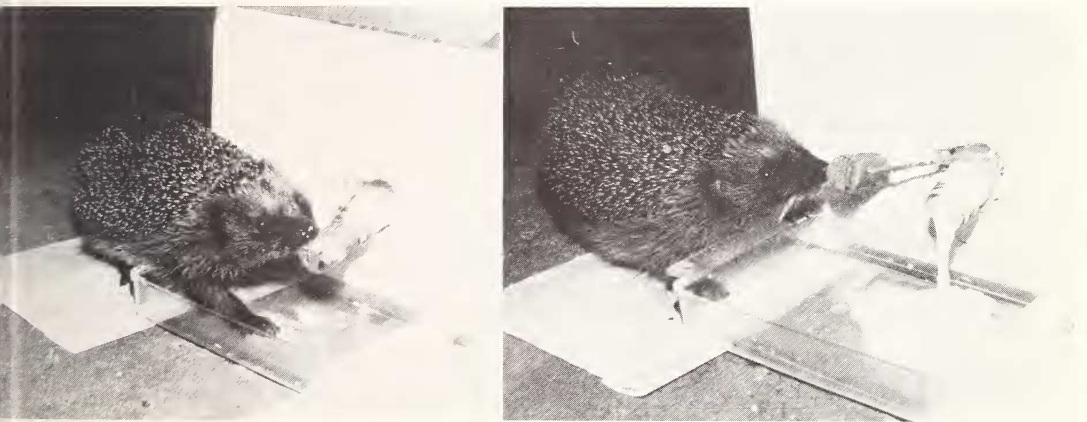


Abb. 4 (links). Orientierung zum Korken bzw. zur Schnur – Abb. 5 (rechts). Gerade erfolgte Öffnung

T- Gang- Experiment

Zu Beginn des T- Gang- Versuches, der wieder mit Tier 2 durchgeführt werden konnte, wurde die gefüllte Schale zunächst in den Eingang des Labyrinths gestellt. Bei Annäherung des Tieres wurde die Schale dann vom Experimentator vorsichtig bis zum Wahlpunkt vorgezogen, wobei Tier 2 langsam folgte. Diese Prozedur, die erneut die Vertrautheit dieses Individuums demonstrierte, wurde noch einmal wiederholt. Für den dann anschließenden 1. Test befand sich die Milch im rechten Schenkel des T-Ganges. Zur Auswertung kam die jeweils benötigte Zeit vom Betreten des Labyrinthes bis zum Erreichen der Schale.

Bemerkenswert ist weiterhin, daß das Tier nachdem die Schale geleert war, nur bei den beiden ersten Tests den anderen Schenkel des T- Ganges aufsuchte bzw. noch einmal zur lee-

ren Schale zurückkehrte, anschließend wurde das Labyrinth immer auf dem kürzesten Wege verlassen.

Ab Test 19 wurde dann die schon reichlich verschmutzte Bodenplatte des T-Schenkels gedreht und die Milchschele auf die linke Seite gestellt. Damit führte eine – selbst für menschliche Nasen wahrnehmbare – Duftspur aus zertretenen Exkrementen und verspritzter Milch nun nach links, während in der rechten (milchlosen) Hälfte der Boden nahezu unberührt geblieben war; dennoch suchte das Tier in 13 s den rechten Schenkel auf! Nach längerem Schnupperrn, intensivem Kratzen und kurzzeitigem Hinsetzen (!) wurde dann eine Drehung in den anderen Schenkel durchgeführt und schließlich die Milch erreicht. Erst nach mehreren Versuchen war vollständig ein Umlernen vollzogen worden, ein erneuter Seitenwechsel wurde dann schneller korrekt beantwortet (Abb. 6, 7).

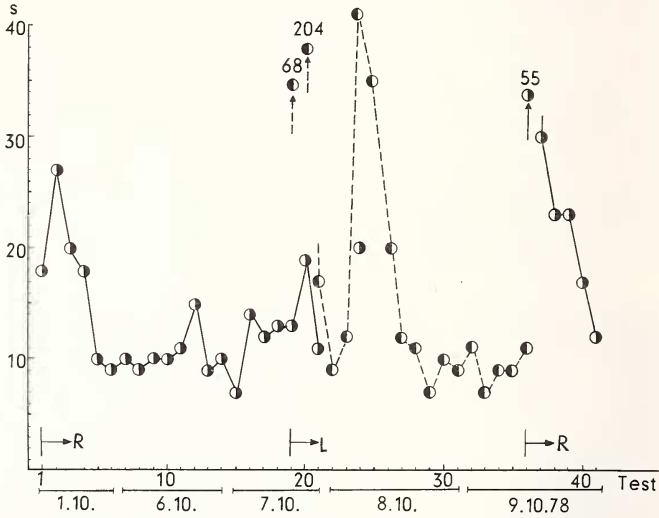


Abb. 6. Zeitwerte zwischen dem Betreten des T-Ganges und dem Erreichen der Milchschele im rechten (Test 1–18), linken (19–35) und wieder rechten Schenkel (36–41). Punkte mit rechten schwarzen Hälfen entsprechen Läufen in den rechten Schenkel und umgekehrt; so wurde z. B. bei Test 19 (Milch links!) der rechte Schenkel in 13 s erreicht, das Auffinden der Schale im linken Schenkel war jedoch erst nach 68 s erfolgt

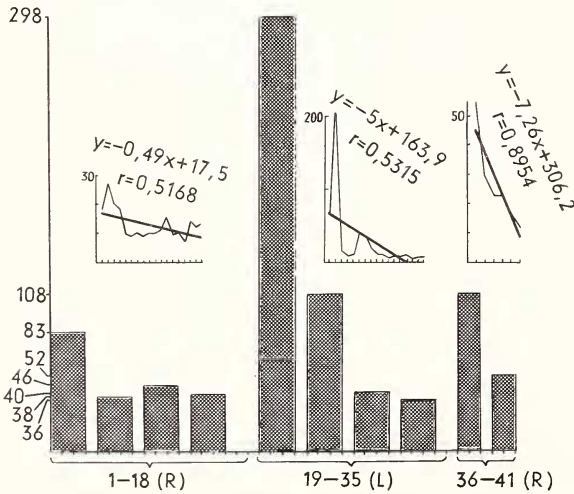


Abb. 7. Zusammengefaßte Zeitwerte von jeweils 4 (bzw. 3) Tests im T-Labyrinth sowie Regressionsgeraden und Korrelationskoeffizienten (r) der drei Versuchsabschnitte (R, L, R); zu beachten sind die Zunahmen der (negativen) Steigungen und r-Werte ($p < 0.05$)

Diskriminationsexperiment

An der Diskriminationsapparatur fand sich zunächst Tier 1 ein. Zu diesem Zeitpunkt („Test 0“) befand sich lediglich die gefüllte Schale hinter dem Kreis-Muster, die andere Kammer war noch nicht mit dem getränkten Tuch versehen worden. Ein olfaktorisch gesteuertes Auffinden der Milch war dadurch zweifellos erleichtert; bei der ersten Annäherung an die Apparatur war bereits ein intensives Wittern an der Außenwand der mit Milch versehenen Kammer zu beobachten, anschließend wurde erst an (genauer unterhalb) der Klappe mit dem Quadrat gerochen, dann am Kreis-Muster und schließlich wurde ohne weiteres Zögern diese Klappe aufgedrückt und die Milch erreicht.

Für die folgenden Tests wurde dann grundsätzlich die mit dem Quadrat gekennzeichnete Kammer mit einem milch-getränkten Tuch versehen, was zweifellos eine olfaktorische Orientierung erschwerte oder ausschloß; Tier 2 begann die Experimente mit dieser Anordnung.

Die Position der beiden Muster wurde nach einem vorher festgelegten Programm zufallsmäßig gewechselt, was pro Versuch die folgende Prozedur umfaßte: Beim Erscheinen des Tieres wurde zunächst protokolliert, von welcher Seite die Annäherung erfolgte und anschließend die Musterwahl oder bereits vor der Wahl auftretende auffällige Verhaltensweisen vermerkt. Dabei fiel auf, daß relativ häufig im Falle zögernder Wahlen ein intensives Sich-Kratzen und Schütteln vor der Apparatur auftrat; im Falle einer falschen Wahl hielten sich die Tiere gewöhnlich nicht lange in der mit dem milchgetränkten Tuch versehenen Kammer hinter dem Quadrat auf, sondern verließen diese, um sofort die Kammer mit dem Kreis zu betreten. War die Schale geleert, verließen die Tiere die Kammer, wobei es nur anfangs und überhaupt sehr selten dazu kam, daß die „Quadrat-Kammer“ noch einmal betreten wurde; auch nach sofort richtigen Wahlen wurde gewöhnlich die andere Kammer nicht mehr beachtet. Nachdem die Tiere die Apparatur verlassen hatten, wurde Milch nachgefüllt und gegebenenfalls die Position von Schale und Tuch sowie Kreis und Quadrat gewechselt. Auch wenn das Programm einen solchen Wechsel nicht vorsah, wurde die Milchschaale angehoben

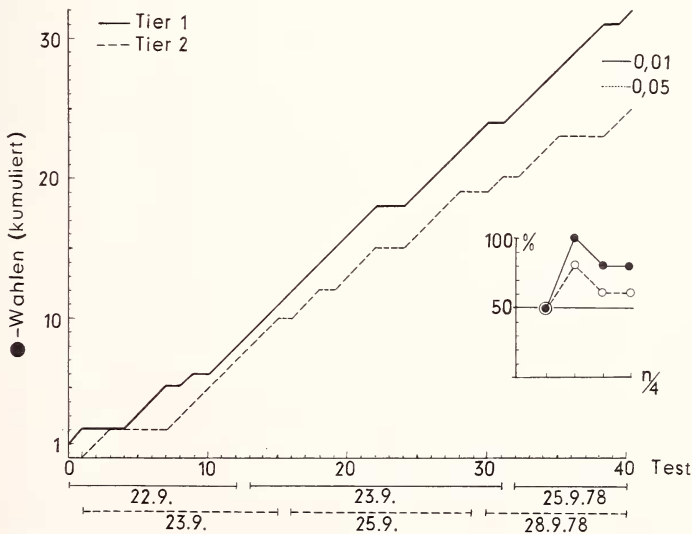


Abb. 8. Reaktionshäufigkeitskurve und Signifikanzschwellen der kumuliert aufgetragenen „richtigen“ Wahlen im Diskriminationsexperiment; jede weitere positive Wahl im Laufe der Testserie läßt die Kurve um eine Einheit ansteigen. Das kleine Diagramm gibt die prozentualen Anteile positiver Wahlen für je 10 Tests an; zu beachten ist der parallele Verlauf der Kurven beider Tiere mit dem größten Lernfortschritt zwischen 1. und 2. Wert

und wieder abgestellt sowie mit den Stöckchen der Klappenaufhängung Geräusche erzeugt, so daß für die in der Nähe wartenden Tiere keine unterschiedliche „Geräuschkulisse“ zwischen gewechselten und nicht gewechselten Mustern erkennbar war.

Die Ergebnisse des Diskriminationsexperimentes sind als kumuliert aufgetragener Lernfortschritt sowie prozentuale Anteile der richtigen Wahlen pro 10 Durchgängen in Abb. 8 dargestellt.

Während also für Tier 1 ein Lernerfolg als gesichert gelten muß, erreichte Tier 2 keinen hinreichenden Anteil sofort richtiger Wahlen. Zum Abschluß der Versuche durchgeführte Kontrollexperimente weisen jedoch auch für dieses Tier auf eine unterschiedliche Bewertung beider Muster hin. Für diese Kontrollen wurde zum einen weder Milch noch Tuch in den Kammern geboten (durch verspritzte Milch und Exkreme waren ohnehin beide Kammern „olfaktorisch angeglichen“ worden!), zum anderen in jede Kammer eine Schale mit Milch gestellt. In beiden Fällen waren die Klappen von innen her durch Steine zusätzlich verschlossen, der „Arbeitsaufwand“ also erheblich vergrößert. In beiden Fällen überwog die Aufenthaltshäufigkeit von Tier 2 vor dem Kreismuster, zuletzt wurde sogar diese Klappe „mit Gewalt“ aufgezwängt und das Tier gelangte in die richtige Kammer (s. Tabelle)!

Ergänzend ist ein weiterer Kontrollversuch zu erwähnen, bei dem am Ende der Testserie Tier 1 auf jeder Klappe ein Quadrat geboten wurde (die linke Kammer war dabei mit Milch, die rechte mit dem getränkten Tuch bestückt); das sich von rechts der Apparatur nähernde Tier verharrete zunächst und betrat erst nach 8 s zögernd die rechte Kammer, verließ sie sofort

Tabelle

Zwei Kontrollversuche mit Tier 2

	Zeitraum	s am Quadrat	s am Kreis
a.	22.20	11	—
		—	37
		9	—
		—	20
	22.22	17	—
	22.23	—	3
	22.23	5	—
		—	9
	22.25	6	—
		—	7
22.27	15	—	
	—	39	
	Σ :	63	115
b.	23.26	3	—
		—	5
	23.26	3	—
		—	31
	Σ :	6	36
Beide Klappen waren von innen durch Steine verschlossen, in (a) waren beide Kammern leer, in (b) beide mit Milch versehen. Angegeben sind die Wechsel zwischen beiden Mustern sowie die Aufenthaltsdauer pro Muster; das Tier verließ kurzzeitig mehrfach die Apparatur, am Ende von (b) wurde die richtige Kammer betreten			

wieder, wechselte zur linken Klappe, verharrte dort erneut und kratzte sich heftig, wechselte zur rechten zurück ohne die linke Kammer betreten zu haben und entfernte sich schließlich zögernd. Insgesamt hatte Tier 1 drei min an der Apparatur verbracht, obwohl sonst das Betreten der richtigen Kammer meist in 3–5 s (gemessen vom Überschreiten der gedachten Linie zwischen den vordersten Begrenzungssteinen) erfolgt war.

Diskussion

Zwei freilebende Exemplare von *Erinaceus europaeus* wurden diversen Lernversuchen unterzogen und erwiesen sich in Manipulations-, Labyrinth- und Diskriminationsaufgaben nach Maßgabe der Lerngeschwindigkeit und der erreichten Problemlösungen als außerordentlich lernfähig.

Zweifellos müssen günstige Voraussetzungen zur Durchführung der Experimente in Betracht gezogen werden, die zum einen in dem von den Tieren selbst bestimmbareren Rhythmus der Testfrequentierung und zum anderen in der der Spezies eigenen „Unbekümmertheit“ im Verhalten, das ja in viel geringerem Maße als selbst bei Labortieren Fluchttendenzen und zögerndes Erkunden umfaßt, zu sehen sind. Da die Tiere mit der Position des Futterplatzes bereits vorher vertraut waren, konnte eine gewisse „Zielgerichtetheit“ beim Erscheinen der Probanden ohnehin vorausgesetzt werden, die z. B. an der Flaschenapparatur zur intensiven, erkundenden Suche an und über der leeren Futterschale führte. Der Übungsfortschritt beim Lösen der Manipulationsaufgabe kann dabei durchaus als erfolgreiche operante Konditionierung (SKINNER z. B. 1973, 1974) gesehen werden, da sich das Verhalten an der Apparatur zeitlich quantifizierbar auf die Handlung des Korkenöffnens (ohne Suchverhalten) zur Erlangung der Verstärkung einschränkte. Das erfolgreiche Öffnen beim ersten Versuch kann jedoch nicht als Folge zufälligen Probierens (wie etwa bei den „Schiebetürversuchen“ von HERTER) bezeichnet werden, da nach intensivem Beschnüffeln der Schale zwar langsam, aber doch eindeutig, eine Orientierung zum Korke erfolgt war. Es kann angenommen werden, daß in diesem Fall (wie auch im Labyrinthversuch und „Test 0“ der Diskriminationsaufgabe) ein olfaktorisches Auffinden ermöglicht wurde; auf die dominierende Rolle des Geruchssinnes wurde wiederholt hingewiesen (z. B. LINDEMANN 1951; hier auch „Manipulationsleistungen“ an beköderten Latten!). Daß solche der Umwelt entnommenen Hinweisreize dann im Zuge fortschreitenden Könnens nicht mehr benutzt wurden, sondern quasi „eingefahrene“ Bewegungen alleine zum Einsatz kamen, dürfte sowohl vom Ergebnis des Kontrollversuchs mit leerer Flasche und völlig neuem Korke (Abb. 3, Test 13) wie auch beim Labyrinthverhalten im Falle vertauschter Seiten ableitbar sein; letzteres demonstrierte dann allerdings auch überzeugend die Fähigkeit zur Neuorientierung in Anpassung an die veränderte Situation (Abb. 6, 7). Die Resultate des Diskriminationsexperiments bestätigen die Feststellung HERTERS (1934), daß Igel auch relativ geringe optische Merkmale im Zuge einer Dressur beachten und bewerten können, was offenbar nicht nur für relative Bewertungen des Konturreichtums zu diskriminierender Muster gilt (HERTER), sondern auch für unterschiedliche Muster gleicher Fläche und konstanter (nicht „aufgelöster“) Konturen. Auffällig sind jedoch an den eigenen Befunden gegenüber früheren Arbeiten die hohe Lerngeschwindigkeit; auf das Problem der „Motivation“ soll deshalb weiter unten ausführlich eingegangen werden. Bemerkenswert ist überdies die auf eine größere Lernkapazität hinweisende Tatsache, daß mehrtägige Pausen zwischen den Versuchen keine wesentlichen Leistungsverlechterungen bewirkten und auch nach zwischengeschalteten anderen Aufgaben frühere Fertigkeiten noch präsent waren (Abb. 3, Test 16!). Die Möglichkeit der Konsolidierung von Engrammen während Versuchspausen bei Lernprozessen der Wirbeltiere ist überdies zu bedenken (z. B. RENSCH 1973); daß Gelerntes mindestens mehrere Wochen erhalten bleiben kann, berichtet auch HERTER (1933) von *Erinaceus*.

Labyrinth- (und Diskriminations-) Versuche nach dem Prinzip der Zweifachwahl können

allgemein durch bereits „spontan“ vorhandene oder sich im Zuge einer Dressur ausbildende „reaktive“ Seitenstetigkeiten überlagert und erschwert werden (SCHÄFER 1975, 1976 a, 1976 b). Auch bei Igeldressuren wurde von entsprechenden Seitenpräferenzen berichtet (HERTER 1933, 1934; SGONINA 1936; LINDEMANN 1951). Ähnliche Phänomene müssen natürlich auch in Bezug zu dem vorliegenden Diskriminationsexperiment bedacht werden; wie bereits erwähnt, wurde die Annäherungsrichtung zur Apparatur jeweils vermerkt und diese kann in Relation zur Seite der Musterwahl untersucht werden, genauso natürlich die Verteilung der Wahlen auf die beiden Klappen allgemein. Dabei ist festzustellen, daß bei beiden Tieren keine Beziehung zwischen der Annäherungsrichtung und der Position bzw. Wahl des positiven Musters zu erkennen war, wohl aber näherte sich Tier 2 überwiegend von rechts (35 mal von 40 Tests) und lieferte 25 Wahlen der rechten Kammer, während sich Tier 1 22 mal von rechts und 18 mal von links der Apparatur näherte und seine Wahlen überwiegend nach der Position des Kreismusters orientierte. Man wird also bei Tier 2 eine gewisse „Rechtslastigkeit“ vermuten dürfen, die die Zahl richtiger Wahlen reduzierte, wobei der im Grunde geringe „Arbeitsaufwand“, nach einer falschen Wahl in die Nachbarkammer zu wechseln, von diesem Individuum in Kauf genommen wurde; zur dennoch erfolgenden ungleichen Bewertung der beiden Muster sei an Tab. 1 erinnert! Neben einer außerdem möglichen Strategie zufallsmäßigen Probierens ist überdies die von Primaten berichtete „win – stay – lose – shift“-Methode (SCHUSTERMAN 1962, 1963; MACKINTOSH 1974) in Betracht zu ziehen, bei der ein Seitenwechsel immer erst als Folge einer negativen Erfahrung auftreten kann. Die realen Wahlfolgen sind in Abb. 9 einigen theoretisch möglichen Strategien gegenübergestellt.

Auf die durch die vorliegenden Untersuchungen belegten raschen Lernfortschritte und die Möglichkeit, auch im einfachen T-Gang Zeitmessungen als Lernkriterium heranzuziehen (im Gegensatz zu den Labyrinthversuchen von HERTER 1934), wurde bereits hingewiesen. Für Lernexperimente ist allgemein zu bedenken, daß der Nachweis der Lernleistung (bzw. Lernfähigkeit) nur über die Quantifizierbarkeit von Handlungen (Operanten) erfolgen kann, deren „abhängige Verhaltensvariablen“ (HULL 1952) als Latenz, Amplitude und

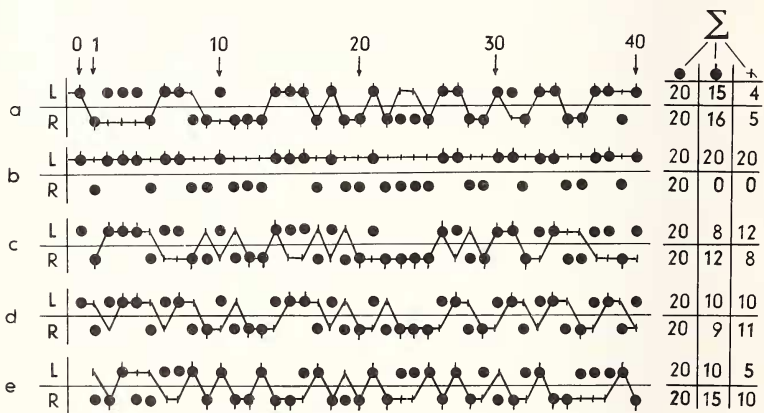


Abb. 9. Reale und theoretisch mögliche Wahlfolgen im Diskriminationsexperiment. Die Positionen der Punkte entsprechen jenen des Kreismusters (links oder rechts: L, R) in der Testfolge 0 bzw. 1 bis 40. Die jeweils erfolgenden Wahlen sind durch Linien verbunden und durch kleine senkrechte Striche gekennzeichnet; die Spalten rechts geben die Summenwerte für L und R an: Punkt = Positionen des Musters, Punkt mit Strich = richtige Wahlen, Strich allein = falsche Wahlen. a: Reale Werte von Tier 1 mit überwiegend richtigen Wahlen und keiner erkennbaren Seitigkeit; b: Theoretisch angenommene konstante L-Seitigkeit; c: Wahlverteilung entsprechend einer durch Münzwurf ermittelten „Zufalls-Strategie“; d: „Win – stay – lose – shift – Strategie“ (theoretisch), bei der das Tier jede positive Verstärkung mit einem Beibehalten der Seitenwahlen und jede negative Verstärkung mit einem Wechsel beantwortet würde; e: Reale Werte von Tier 2 mit einem größeren Anteil von R – Wahlen